

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2766341号

(45) 発行日 平成10年(1998) 6月18日

(24) 登録日 平成10年(1998) 4月3日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
F 2 5 B 9/00  
9/14 5 1 0

F I  
F 2 5 B 9/00 D  
9/14 5 1 0 B

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平1-265158

(22) 出願日 平成1年(1989)10月13日

(65) 公開番号 特開平3-129257

(43) 公開日 平成3年(1991)6月3日

審査請求日 平成8年(1996)10月4日

(73) 特許権者 999999999

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 栗山 透

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 中込 秀樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 外川 英明 (外1名)

審査官 上原 徹

(56) 参考文献 特開 昭62-223575 (J P, A)

特開 平2-130355 (J P, A)

実開 昭62-112071 (J P, U)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極低温冷凍機

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 閉じられたシリンダと、このシリンダ内に摺動自在に配置されるとともに内側に蓄冷材を収容した冷媒ガス通路を有するディスプレーサと、このディスプレーサを往復動させるための手段と、前記シリンダの一端側に設けられた冷媒ガスの導入口及び排出口と、前記ディスプレーサの往復動に関連させて前記導入口から前記シリンダ内に高圧の冷媒ガスを導入した後に前記排出口から排出させる工程を繰返すための冷媒ガス導排出手段とを備えた極低温冷凍機において、前記冷媒ガス通路内を、前記冷媒ガスの流れ方向とほぼ同一方向に沿って形成される複数の流路から構成したことを特徴とする極低温冷凍機。

【請求項2】 前複数の流路をほぼ同心円状に構成したことを特徴とする請求項1記載の極低温冷凍機。

2

【請求項3】 前記複数の流路は前記ディスプレーサの半径方向に対して内側と外側の流路から構成され、内側流路に比較して外側流路に粒径の小さい蓄冷材を配置したことを特徴とする請求項1記載の極低温冷凍機。

【請求項4】 前記同心円状の流路の半径方向で外側ほど粒径の小さい蓄冷材を配置したことを特徴とする請求項1記載の極低温冷凍機。

10 【請求項5】 閉じられたシリンダと、このシリンダ内に摺動自在に配置されるとともに内側に蓄冷材を収容した冷媒ガス通路を有するディスプレーサと、このディスプレーサを往復動させるための手段と、前記シリンダの一端側に設けられた冷媒ガスの導入口及び排出口と、前記ディスプレーサの往復動に関連させて前記導入口から前記シリンダ内に高圧の冷媒ガスを導入した後に前記排出口から排出させる工程を繰返すための冷媒ガス導排出手

段とを備えた極低温冷凍機において、前記蓄冷材として粒状の蓄冷材を用い、この粒状蓄冷材と前記冷媒ガスの流速を前記ディスプレーサの半径方向にほぼ均一化させるための部材とを交互に積層したことを特徴とする極低温冷凍機。

【請求項6】前記部材をメッシュあるいはグラスウールから構成したことを特徴とする請求項5記載の極低温冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【発明の目的】

（産業上の利用分野）

本発明は、極低温冷凍機に係り、特に、蓄冷式の冷凍機に関する。

（従来の技術）

極低温用の冷凍機には種々のタイプがある。これらの中にギホード・マクマホン形の冷凍機がある。この冷凍機は、通常、第11図に示すように構成されている。

すなわち、この冷凍機は大きく別けて、コールドヘッド1と、冷媒ガス導排出系2とで構成されている。コールドヘッド1は、閉じられたシリンダ11と、このシリンダ11内に往復動自在に収容されたディスプレーサ12と、このディスプレーサ12に往復動に必要な動力を与えるモータ13とで構成されている。

シリンダ11は、大径の第1シリンダ14と、この第1シリンダ14に同軸的に接続された小径の第2のシリンダ15とで構成されている。そして、第1シリンダ14と第2シリンダ15との境界壁部分で冷却面としての1段ステージ16を構成し、またシリンダ15の先端壁部分で1段ステージ16より低温の2段ステージ17を構成している。ディスプレーサ12は、第1シリンダ14内を往復動する第1ディスプレーサ18と、第2シリンダ15内を往復動する第2ディスプレーサ19とで構成されている。第1ディスプレーサ18と第2ディスプレーサ19とは、連結部材20によって軸方向に連結されている。第1ディスプレーサ18の内側には、軸方向に延びる流体通路21が形成されており、この流体通路21には銅メッシュ等で形成された蓄冷材22が収容されている。同様に、第2ディスプレーサ19の内側にも軸方向に延びる流体通路23が形成されており、この流体通路23には鉛の球などで形成された蓄冷材24が収容されている。第1ディスプレーサ18の外周面と第1シリンダ14の内周面との間および第2ディスプレーサ19の外周面と第2シリンダ15の内周面との間には、それぞれシール機構25,26が装着されている。

第1ディスプレーサ18の図中上端は、連結ロッド31、スコッチヨークあるいはクランク軸32を介してモータ13の回転軸に連結されている。したがって、モータ13の回転軸が回転すると、この回転に同期してディスプレーサ12が図中実線矢印33で示すように往復動する。

第1シリンダ14の側壁上部には冷媒ガスの導入口34と排出口35とが設けてあり、これら導入口34と排出口35は

冷媒ガス導排出系2に接続されている。冷媒ガス導排出系2は、シリンダ11を経由したヘリウムガス循環系を構成するもので、排出口35を低压弁36、圧縮機37、高压弁38を介して導入口34に接続したものである。すなわち、この冷媒ガス導排出系2は、低压（約5atm）のヘリウムガスを圧縮機37で高压（約18atm）に圧縮してシリンダ11内に送り込むものである。そして、低压弁36、高压弁38の開閉はディスプレーサ12の往復動との関連において後述する関係に制御される。

10 このように構成された冷凍機の動作を簡単に説明すると以下の通りである。この冷凍機では寒冷の発生する部分、つまり冷却面に供される部分は第1ステージ16と第2ステージ17とである。これらは熱負荷のない場合にそれぞれ30K,10K程度まで冷える。このため、第1ディスプレーサ18の図中上下端間には常温（300K）から30Kまでの温度勾配がつき、また第2ディスプレーサ19の図中上下端間には30Kから10Kまでの温度勾配がつく。ただし、この温度は各段の熱負荷によって変化し、通常、1段ステージ16では30～80K、2段ステージ17では10～20Kの間となる。

20 モータ13が回転を開始すると、ディスプレーサ12は下死点と上死点との間を往復動する。ディスプレーサ12が下死点にあるとき、高压弁38が開いて高压のヘリウムガスがコールドヘッド1内に流入する。次に、ディスプレーサ12が上死点へと移動する。前述の如く、第1ディスプレーサ18の外周面と第1シリンダ14の内周面との間および第2ディスプレーサ19の外周面と第2シリンダ15の内周面との間にはそれぞれシール機構25,26が装着されている。このため、ディスプレーサ12が上死点へと向かうと、高压のヘリウムガスは第1ディスプレーサ18に形成された流体通路21および第2ディスプレーサ19に形成された流体通路23を通して、第1ディスプレーサ18と第2ディスプレーサ19との間に形成された1段膨張室39および第2ディスプレーサ19と第2シリンダ15の先端壁との間に形成された2段膨張室40へと流れる。この流れに伴って、高压のヘリウムガスは蓄冷材22,24によって冷却され、結局、1段膨張室39に流れ込んだ高压ヘリウムガスは30K程度に、また2段膨張室40に流れ込んだ高压ヘリウムガスは8K程度に冷却される。ここで、高压弁38が閉じ、低压弁36が開く、このように低压弁36が開くと、1段膨張室39内および2段膨張室40内の高压ヘリウムガスが膨張して寒冷を発生する。この寒冷によって第1ステージ16および第2ステージ17が冷却される。そして、ディスプレーサ12が再び下死点へと移動し、これに伴って1段膨張室39内および2段膨張室40内のヘリウムガスが排除される。膨張したヘリウムガスは流体通路21,23内を通る間に蓄冷材22,24によって暖められ、常温となって排出される。以下、上述したサイクルが繰返されて冷凍運転が行なわれる。このタイプの冷凍機は、超電導マグネットの冷却や赤外線センサの冷却や、あるいは

はまたクライオポンプの冷却源として使用される。

しかしながら、上記のように構成された従来の極低温冷凍機においては次のような問題点があった。すなわち、第2ディスプレーサ19内には円管状の流体通路23が形成されており、内部に球状あるいは粒状の蓄冷材24が充填されている。球あるいは粒が充填された流路内のヘリウムガスの流れの速度分布を測定した所、中心部分が最も流速が遅く、円周方向に外に向かうほど流速が速くなることが観測された。これは、蓄冷材24内のある部分のみに多くのヘリウムガスが流れていることを意味しており、ヘリウムガスと蓄冷材24が熱交換を行うことに対して、ある部分の蓄冷材は過剰なヘリウムガスと熱交換をしなければならない状態であり、蓄冷材24が有効に使用されていないことを示す。従って、ここでの蓄冷効率（蓄冷器としての熱交換効率）の減少を招き、結果的にはある温度での冷凍能力の減少につながることになる。

（発明が解決しようとする課題）

上述の如く、従来の極低温冷凍機においては、粒状あるいは球状の蓄冷材の収容された蓄冷器において、ヘリウムガス流れに偏りが生じるため蓄冷材を有効に使用できておらず、これが原因で蓄冷効率が下がり冷凍能力が低いという問題があった。

そこで、本発明は蓄冷材内のヘリウムガスの流れを均一させることができ、もって冷凍能力を向上させることができる極低温冷凍機を提供することを目的としている。

〔発明の構成〕

（課題を解決するための手段）

上記目的を達成するために本発明では、閉じられたシリンダと、このシリンダ内に摺動自在に配置されるとともに内側に蓄冷材を収容した冷媒ガス通路を有するディスプレーサと、このディスプレーサを往復動させるための手段と、前記シリンダの一端側に設けられた冷媒ガスの導入口及び排出口と、前記ディスプレーサの往復動に関連させて前記導入口から前記シリンダ内に高圧の冷媒ガスを導入した後に前記排出口から排出させる工程を繰返すための冷媒ガス導排手段とを備えた極低温冷凍機において、前記冷媒ガス通路内を、前記冷媒ガスの流れ方向とほぼ同一方向に沿って形成される複数の流路から構成したことを特徴としている。

また前複数の流路をほぼ同心円状に構成したことを特徴としている。

また前記複数の流路は前記ディスプレーサの半径方向に対して内側と外側の流路から構成され、内側流路に比較して外側流路に粒径の小さい蓄冷材を配置したことを特徴としている。

また前記同心円状の流路の半径方向で外側ほど粒径の小さい蓄冷材を配置したことを特徴としている。

さらに、閉じられたシリンダと、このシリンダ内に摺動自在に配置されるとともに内側に蓄冷材を収容した冷

媒ガス通路を有するディスプレーサと、このディスプレーサを往復動させるための手段と、前記シリンダの一端側に設けられた冷媒ガスの導入口及び排出口と、前記ディスプレーサの往復動に関連させて前記導入口から前記シリンダ内に高圧の冷媒ガスを導入した後に前記排出口から排出させる工程を繰返すための冷媒ガス導排手段とを備えた極低温冷凍機において、前記蓄冷材として粒状の蓄冷材を用い、この粒状蓄冷材と前記冷媒ガスの流速を前記ディスプレーサの半径方向にほぼ均一化させるための部材とを交互に積層したことを特徴としている。

また前記部材をメッシュあるいはグラスウールから構成したことを特徴としている。

（作用）

ヘリウムガスの流路及び蓄冷材の形状が前記関係のようになっているため、蓄冷材内のヘリウムガスの流れの偏りが大幅に減少する。従って、冷凍能力の向上が実現できる。

（実施例）

以下、図面を参照しながら第1の実施例を説明する。

第1図には本発明の一実施例に係る極低温冷凍機が示されている。この図では第11図と同一部分が同一符号で示されている。従って、重複する部分の説明は省略する。

この実施例に係る極低温冷凍機が従来の極低温冷凍機と異なる点は、第2ディスプレーサ19内に形成されており、蓄冷材が収容されているヘリウムガスの流体通路41の構成にある。

流体通路41内には、パイプ42がヘリウムガスの流れと同心円状に設けられており、ヘリウムガスの流路はパイプ42の内側43と外側44にわけられている。さらに流体通路43内には直径0.4mmの球状の蓄冷材45が、流体通路44内には直径0.2mmの球状の蓄冷材46が収容されている。

このような構成であると、ヘリウムガスの流路は流れの方向と同一方向に2つに分けられており、内側の流体通路43方に直径の大きな蓄冷材45が収容されているため、圧力損失が小さくなり、もって内側の流体通路43を流れるヘリウムガスの量が増し、従来に比べてヘリウムガスの流れの偏りを大幅に減少させることができる。従って、蓄冷材45,46による蓄冷効率を高めることができ、冷凍能力の向上を図ることができる。

第3図には第12図に示す従来の流体通路と第2図に示す本発明の流体通路におけるヘリウムガスの蓄冷材内での流速分布の測定結果が示されている。これは、流体通路の外径・蓄冷材の量・材質も等しくして常温・静止状態で測定した結果である。実際の使用条件（極低温、往復動）とは異なるが、ヘリウムガスの速度分布が一様に近づいていることがわかる。この傾向は、使用条件においても反映されるものと考えられる。第4図には第12図に示す流体通路を組込んだ従来の極低温冷凍機と第2図に示す流体通路41を組込んだ本発明に係る極低温冷凍機

の冷凍曲線が示されている。横軸は第2ステージ17の温度(K)を示し、縦軸は第2ステージ17に加えた熱負荷(W)を示している。この図からわかるように、同じ温度で冷凍し得る能力は本発明の極低温冷凍機の方が大きい。従って、上記構成の流体通路41を設けたことによって冷凍能力を向上させ得ることが理解される。本実施例では流体通路は同心円状に2つの流路に分けられていたが、2つ以上の複数でもよい。

尚、第5図に第2の実施例を示すが流体通路41内には、パイプ42がヘリウムガスの流れと同軸状に設けられており、ヘリウムガスの流路はパイプ42の内側43と外側44にわけられているだけで蓄冷材24の粒径の大きさは特に変えていない。このような構成であっても、ヘリウムガスの流路は流れの方向と同一方向に2つに分けられており、従来に比べてヘリウムガスの流れの偏りを大幅に減少させることができる。従って、蓄冷材24により蓄冷効率を高めることができ、冷凍能力の向上を図ることができる。

第7図には第12図に示す従来の流体通路と第6図に示す本発明の流体通路におけるヘリウムガスの蓄冷材内での流速分布の測定結果が示されている。これは、流体通路の外径、蓄冷材の量・形状・大きさ・材質も等しくして常温・静止状態で測定した結果である。実際の使用条件(極低温、往復動)とは異なるが、ヘリウムガスの速度分布が一様に近づいていることがわかる。この傾向は、使用条件においても反映されるものと考えられる。本実施例では流体通路は同心円状に2つの流路に分けられていたが、2つ以上の複数でもよい。また、同心円状でなくてもよく、形状も円管に限らない。

次に第3の実施例について説明する。

第8図には本発明の第3の実施例に係る極低温冷凍機が示されている。

この実施例に係る極低温冷凍機が第1の実施例に係る極低温冷凍機と異なる点は、第2ディスプレーサ19内に形成されており、蓄冷材24が收容されているヘリウムガスの流体通路41の構成にある。

第9図に示すように、流体通路41内には、球状の蓄冷材24とメッシュ47が收容されており、蓄冷材24とメッシュ47はヘリウムガスの流れに直角方向に交互に積層されている。

このような構成であると、ヘリウムガスの流路はメッシュの部分によって均一化されるため、従来に比べてヘリウムガスの流れの偏りを大幅に減少させることができる。従って蓄冷材24による蓄冷効率を高めることができ、冷凍能力の向上を図ることができる。

第10図には第12図に示す従来の流体通路と第9図に示

す本発明の流体通路におけるヘリウムガスの蓄冷材内での流速分布の測定結果が示されている。これは、流体通路の外径・蓄冷材の量・形状・大きさ・材質も等しくして常温・静止状態で測定した結果である。実際の使用条件(極低温、往復動)とは異なるが、ヘリウムガスの速度分布が一様に近づいていることがわかる。この傾向は、使用条件においても反映されるものと考えられる本実施例ではスパーサにメッシュを使用した、グラスウール等でもよい。

なお、上述した3つの実施例では第2ディスプレーサ内の蓄冷材が收容されている流体通路だけを第2,6,9図に示す流体通路で構成しているが、第1ディスプレーサ内に設けられている流体通路内も第2,6,9図に示す流体通路で構成してもよい。また、第3,第4のディスプレーサを持つような構成の極低温冷凍機においても適用できる。ディスプレーサと蓄冷材を收容する蓄冷器が本実施例の様に一体となっていない型の極低温冷凍機においても、蓄冷材を收容する流体通路の形状を上述した本発明の流体通路の構成としても良い。また、本実施例では極低温冷凍機の中でも代表的なギフォード・マクマホン形の冷凍機について述べたが、改良型ソルベサイクル、スターリングサイクル、ヒルミヤサイクルの極低温冷凍機にも適用される。

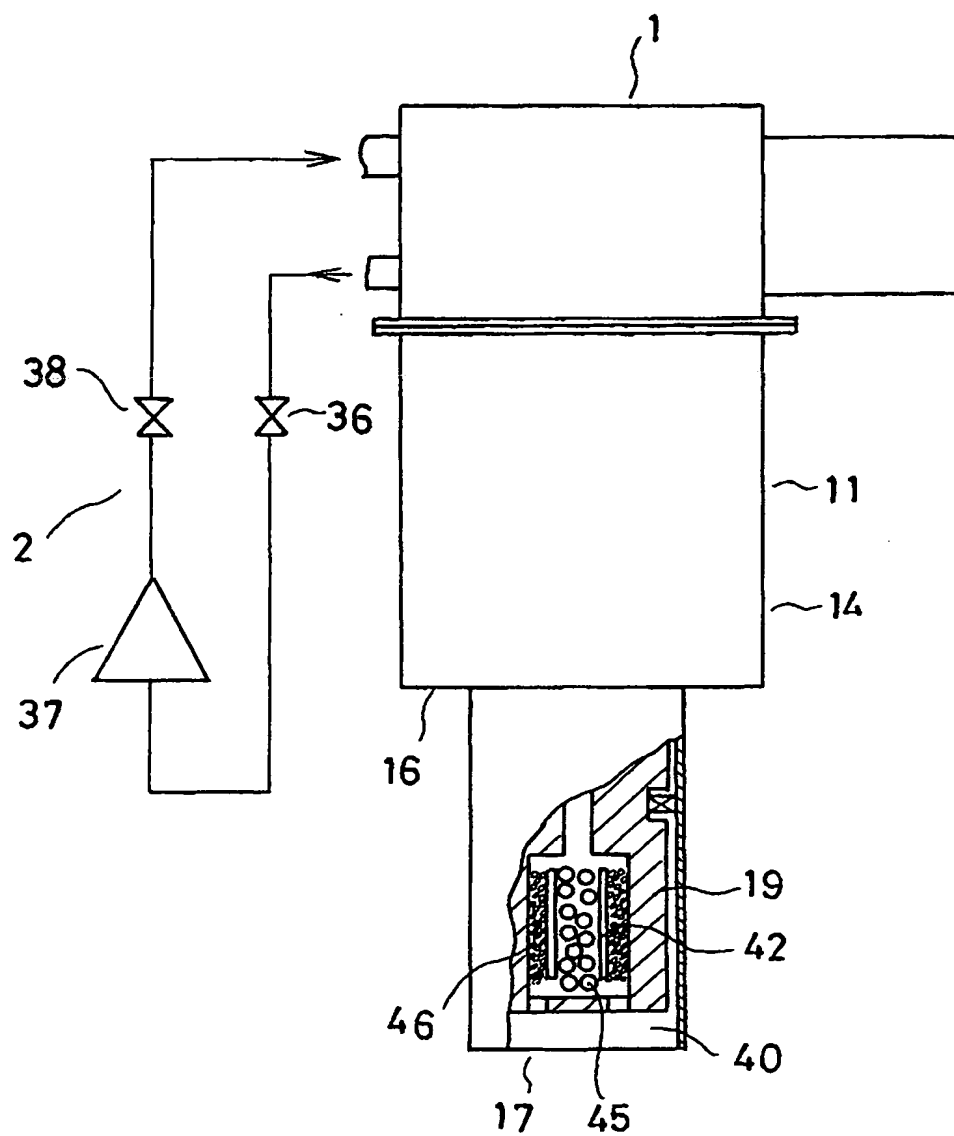
〔発明の効果〕

以上述べたように本発明によれば、蓄冷材内でのヘリウムガスの流れの偏りを大幅に減少させることができるので、蓄冷効率の向上を実現でき、冷凍能力を向上させることができる。

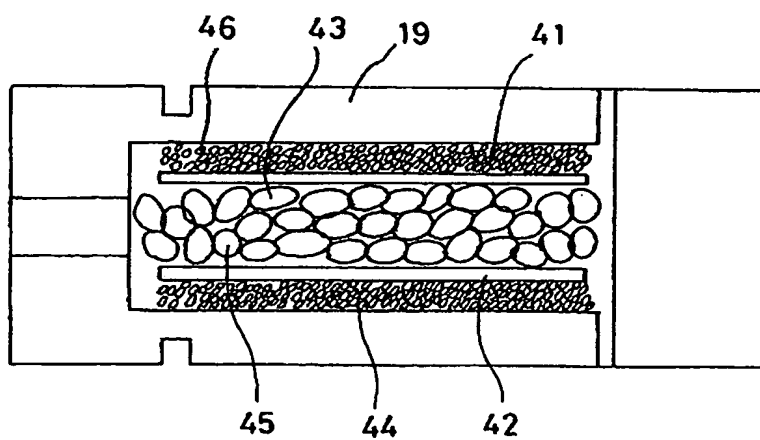
〔図面の簡単な説明〕

- 30 第1図、第5図、第8図は本発明の実施例に係る極低温冷凍機を局部的に切り欠きして示す構成図、第2図、第6図、第9図は同極低温冷凍機に組込まれた第2ディスプレーサの断面図、第3図、第4図、第7図、第10図は本発明に係る極低温冷凍機の特性を従来の極低温冷凍機のそれと比較して示す図、第11図は従来の極低温冷凍機の概略構成図、第12図は同極低温冷凍機に組込まれた第2ディスプレーサの断面図である。
- 1……コールドヘッド、2……冷媒ガス導排出系、11……シリンダ、12……ディスプレーサ、13……モータ、14……第1シリンダ、15……第2シリンダ、16……第1ステージ、17……第2ステージ、18……第1ディスプレーサ、19……第2ディスプレーサ、21,23……流体通路、22,24,45,46……蓄冷材、27……環状溝、39……第1膨張室、40……第2膨張室、41,43,44……流体通路、42……パイプ、47……メッシュ。

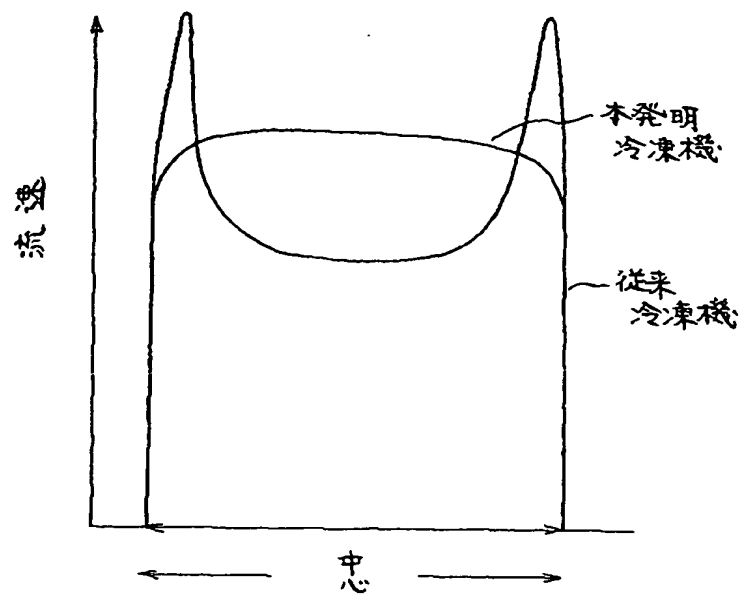
【第1図】



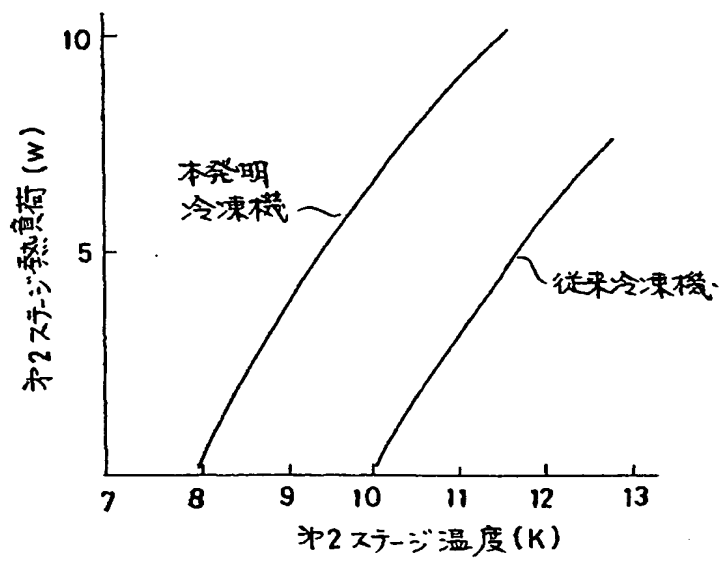
【第2図】



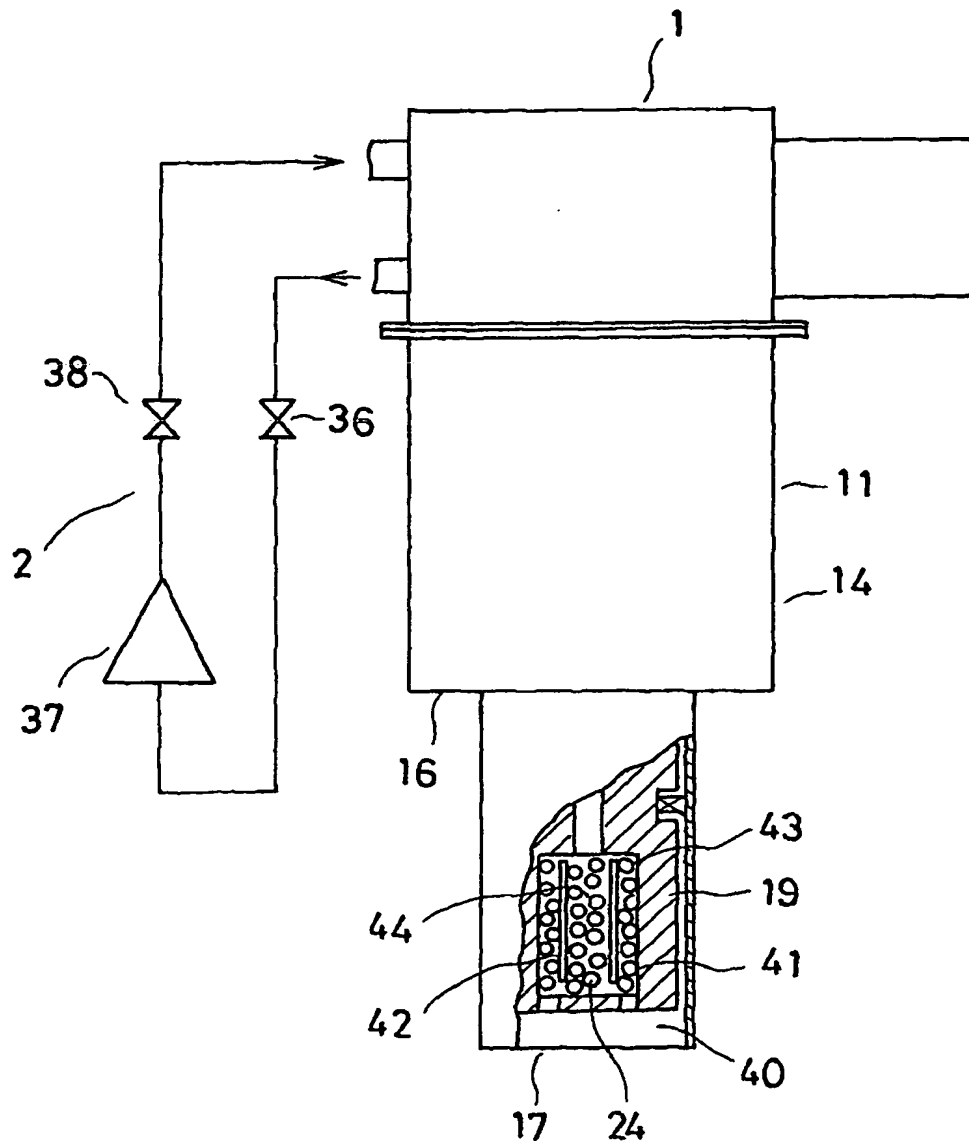
【第3図】



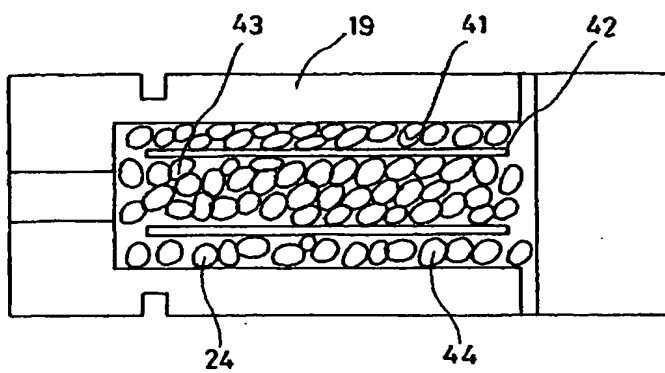
【第4図】



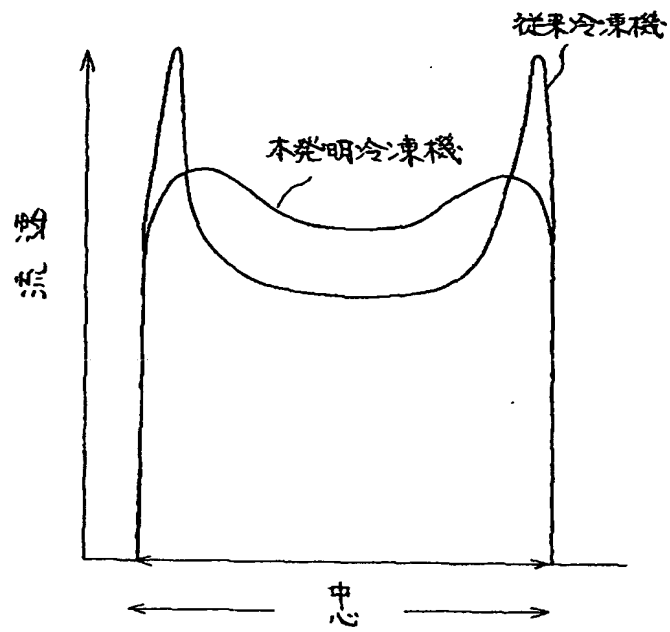
【第5図】



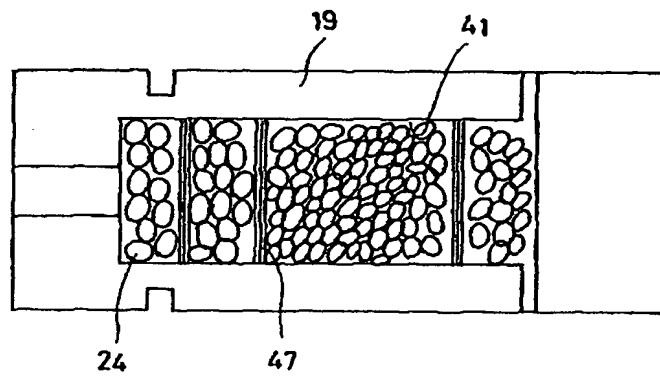
【第6図】



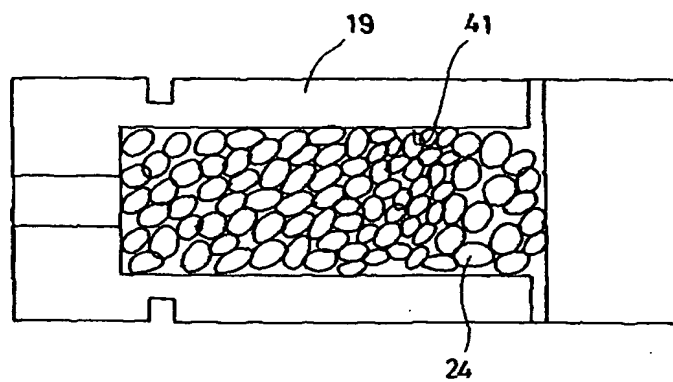
【第7図】



【第9図】

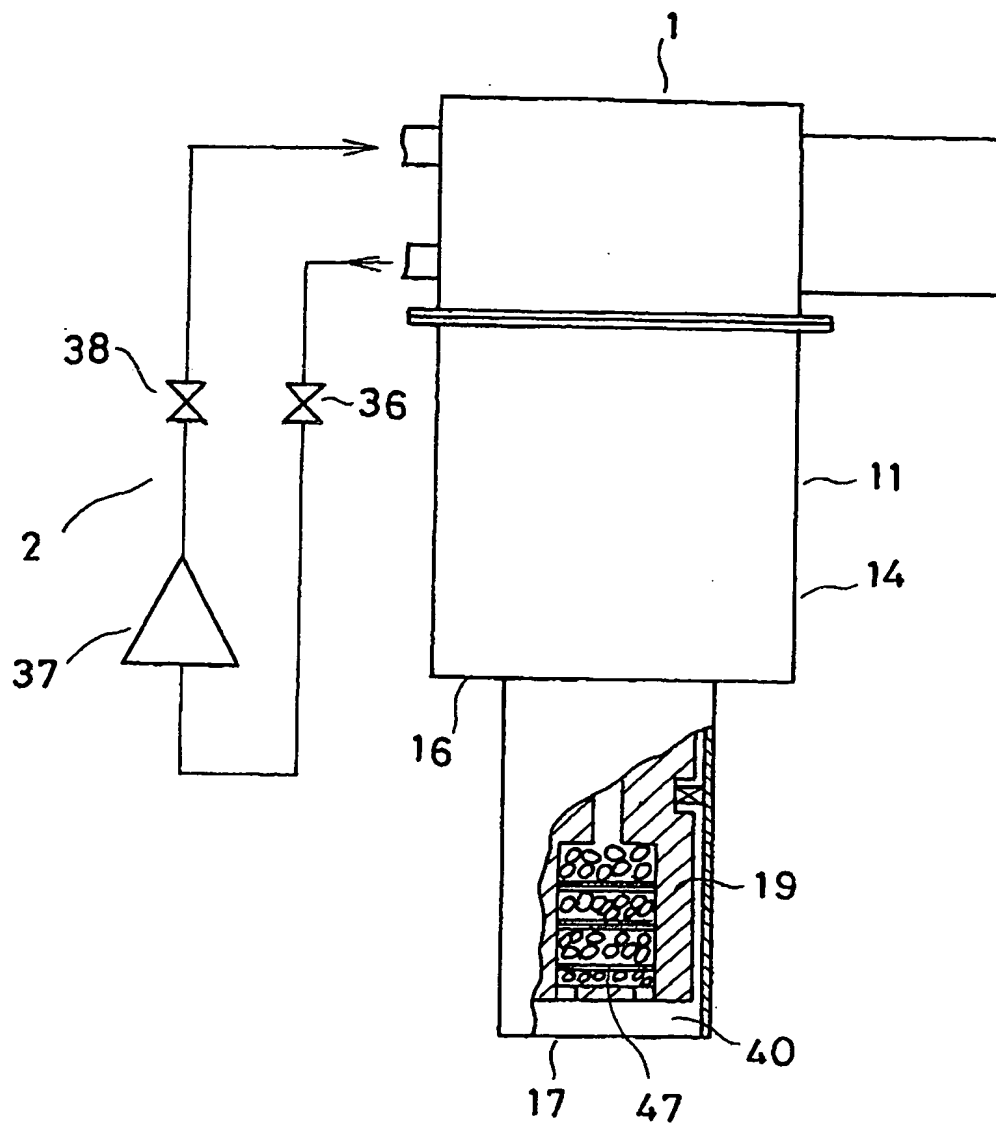


【第12図】

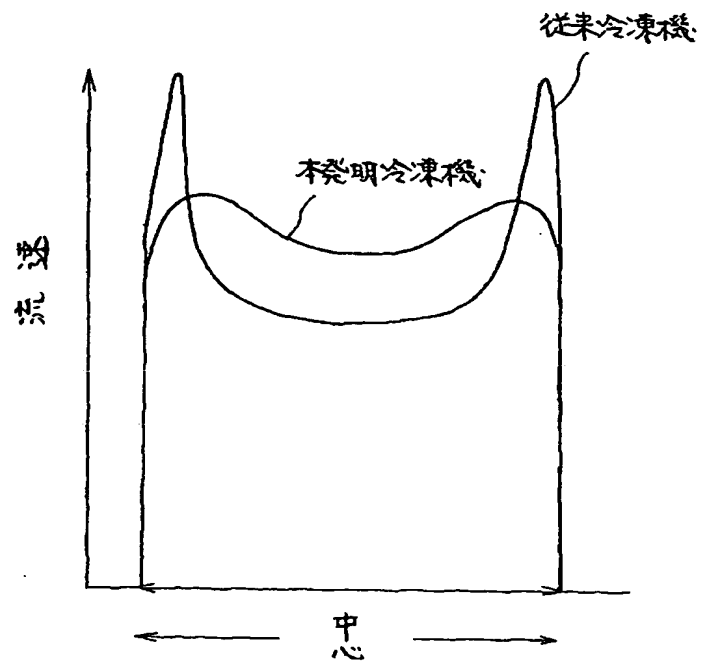




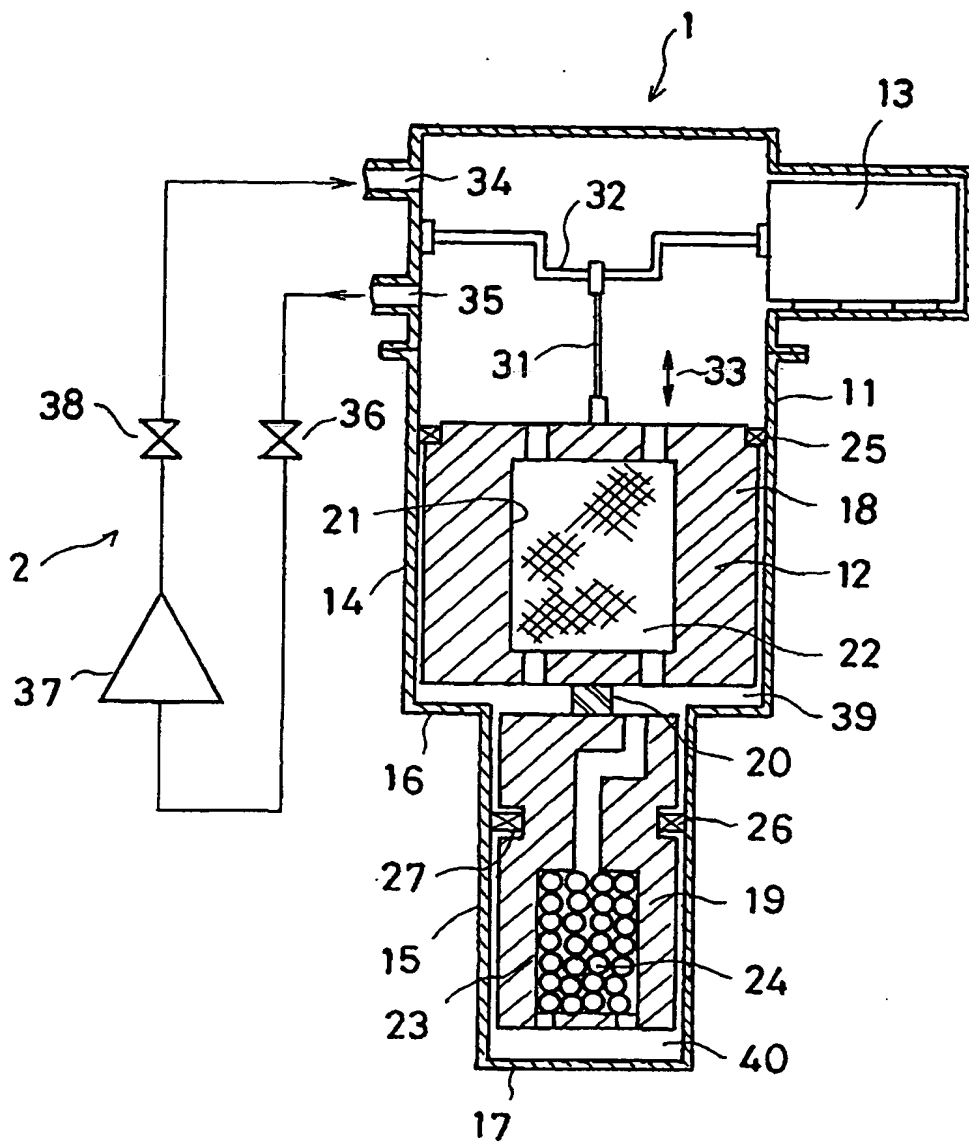
【第8図】



【第10図】



【第11図】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)

F25B 9/00, 9/14 510

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

(57) [Claim(s)]

[Claim 1]A closed cylinder.

A displacer which has the refrigerant-gas passage which accommodated a cold reserving material inside while having been slidably arranged in this cylinder.

A means for making this displacer reciprocate.

A feed port and an outlet of a refrigerant gas which were provided in the end side of said cylinder.

A refrigerant-gas guiding-and-ejection means for repeating a process made to discharge from said outlet after making it relate to reciprocation of said displacer and introducing a high-pressure refrigerant gas in said cylinder from said feed port.

It is the cryogenic refrigerator provided with the above, and inside of said refrigerant-gas passage consisted of a flow direction of said refrigerant gas, and two or more channels mostly formed along a uniform direction.

[Claim 2]The cryogenic refrigerator according to claim 1 constituting a channel of front plurality in concentric circle shape mostly.

[Claim 3]The cryogenic refrigerator according to claim 1, wherein said displacer received radially, and said two or more channels comprised a channel of the inside and the outside and have arranged a cold reserving material with small particle diameter to outer passages as compared with an inside channel.

[Claim 4]The cryogenic refrigerator according to claim 1 having arranged a cold reserving material with small particle diameter by a radial direction of a channel of said concentric circle shape as the outside.

[Claim 5]A closed cylinder.

A displacer which has the refrigerant-gas passage which accommodated a cold reserving material inside while having been slidably arranged in this cylinder.

A means for making this displacer reciprocate.

A feed port and an outlet of a refrigerant gas which were provided in the end side of said cylinder.

A refrigerant-gas guiding-and-ejection means for repeating a process made to discharge from said outlet after making it relate to reciprocation of said displacer and introducing a high-pressure refrigerant gas in said cylinder from said feed port.

A member for said displacer to make the rate of flow of this granular cold reserving material and said refrigerant gas equalizing mostly radially was laminated by turns using a cold reserving material are the cryogenic refrigerator provided with the above and granular as said cold reserving material.

[Claim 6]The cryogenic refrigerator according to claim 5 constituting said member from a mesh or glass wool.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[Objects of the Invention]

(Field of the Invention)

This invention relates to a cryogenic refrigerator and relates to the freezer of a cool storage type especially.

(PRIOR ART)

There are various types of the freezers for very low temperature. The freezer of the Gifford McMahon type is in these. This freezer is usually constituted, as shown in Drawing 11.

That is, this freezer comprises another \*\*\*\*, the cold head 1, and the refrigerant-gas guiding-and-ejection system 2 greatly. The cold head 1 comprises the closed cylinder 11, the displacer 12 accommodated in this cylinder 11 enabling free reciprocation, and the motor 13 which gives power required for reciprocation to this displacer 12.

the cylinder 11 -- a major diameter -- the 1st cylinder comprises 14 and this 2nd cylinder 15 of the byway connected to 14 in same axle the 1st cylinder. And the 1st cylinder of the one-step stage [ the 2nd cylinder of ] 16 as a cooling surface is constituted from a common-wall portion of 15 with 14, and the low-temperature two-step stage 17 consists of tip wall portions of the cylinder 15 from the one-step stage 16. The displacer 12 comprises the 1st displacer 18 that reciprocates the inside of 1st cylinder 14, and the 2nd displacer 19 that reciprocates the inside of 2nd cylinder 15. The 1st displacer 18 and the 2nd displacer 19 are connected with shaft orientations by the connecting member 20. Inside the 1st displacer 18, the fluid channel 21 prolonged in shaft orientations is formed.

The cold reserving material 22 formed by the copper mesh etc. is accommodated in this fluid channel 21.

Similarly the fluid channel 23 prolonged in shaft orientations is formed also inside the 2nd De Dis place 19, and the cold reserving material 24 formed with the leaden ball etc. is accommodated in this fluid channel 23. Between the inner skin of 15, it is equipped [ peripheral face / of the 1st displacer 18 ] with the 1st cylinder of the sealing machine styles [ the 2nd cylinder of ] 25 and 26, respectively between the inner skin of 14, and with the peripheral face of the 2nd displacer 19.

The figure Nakagami end of the 1st displacer 18 is connected with the axis of rotation of the motor 13 via the connecting rod 31, the Scotch yoke, or the crankshaft 32. Therefore, if the axis of rotation of the motor 13 rotates, as the displacer 12 shows by the figure inner substance line arrow 33 synchronizing with this rotation, it will reciprocate.

The 1st cylinder of the feed port 34 and the outlet 35 of the refrigerant gas are provided in the side wall upper portion of 14, and these feed ports 34 and the outlet 35 are connected to the refrigerant-gas guiding-and-ejection system 2. The refrigerant-gas guiding-and-ejection system 2 constitutes the gaseous helium circulatory system which went via the cylinder 11, and has become what connected the outlet 35 to the feed port 34 via the low pressure valve 36, the

compressor 37, and the high-pressure valve 38. Namely, this refrigerant-gas guiding-and-ejection system 2 compresses low-pressure (about 5 atm(s)) gaseous helium into high voltage (about 18 atm(s)) with the compressor 37, and sends it in in the cylinder 11. And opening and closing of the low pressure valve 36 and the high-pressure valve 38 are controlled by the relation later mentioned in relation with reciprocation of the displacer 12.

It is as follows when operation of the freezer constituted in this way is explained briefly. The portion which chill generates in this freezer, i.e., the portion with which a cooling surface is presented, is with the 1st stage 16 and the 2nd stage 17. These get cold to 30K and about 10K, respectively, when there is no heat load. For this reason, between the figure Nakagami lower ends of the 1st displacer 18, the temperature gradient from ordinary temperature (300K) to 30K sticks, and the temperature gradients from 30K to 10K stick between the figure Nakagami lower ends of the 2nd displacer 19. However, this temperature changes with the heat loads of each stage, and it usually becomes between 10–20K on the one-step stage 16 by 30 – 80 K or 2-step stage 17.

If the motor 13 starts rotation, the displacer 12 will reciprocate between a bottom dead point and top dead centers. When the displacer 12 is in a bottom dead point, the high-pressure valve 38 opens and high-pressure gaseous helium flows in the cold head 1. Next, the displacer 12 moves to a top dead center. Like the above-mentioned, it is equipped [ peripheral face / of the 1st displacer 18 ] with the 1st cylinder of the sealing machine styles [ the 2nd cylinder of ] 25 and 26 between the inner skin of 15, respectively between the inner skin of 14, and with the peripheral face of the 2nd displacer 19. For this reason, if the displacer 12 goes to a top dead center, high-pressure gaseous helium passes along the fluid channel 23 formed in the fluid channel 21 formed in the 1st displacer 18, and the 2nd displacer 19, It flows into the one-step expansion chamber 39 and the 2nd displacer 19 which were formed between the 1st displacer 18 and the 2nd displacer 19, and the two-step expansion chamber 40 formed between the tip walls of 15 the 2nd cylinder. In connection with this flow, high-pressure gaseous helium is cooled by the cold reserving materials 22 and 24, and the high pressure helium gas with which the high pressure helium gas which flowed into the one-step expansion chamber 39 flowed about into 30K after all again at the two-step expansion chamber 40 is cooled by about 8K. Here, the high-pressure valve 38 closes, the low pressure valve 36 opens, thus if the low pressure valve 36 opens, the high pressure helium gas in the one-step expansion chamber 39 and the two-step expansion chamber 40 will expand, and chill will be generated. The 1st stage 16 and the 2nd stage 17 are cooled by this chill. And the displacer 12 moves to a bottom dead point again, and gaseous helium in the one-step expansion chamber 39 and the two-step expansion chamber 40 is eliminated in connection with this. The gaseous helium which expanded is warmed by the cold reserving materials 22 and 24 while passing along the inside of the fluid channel 21 and 23, serves as ordinary temperature and is discharged. The cycle mentioned above is repeated hereafter and refrigerating operation is performed. this type of freezer — cooling of a superconductivity magnet, and cooling of an infrared sensor — or it is used as a cooling source of a cryopump again.

However, there were the following problems in the conventional cryogenic refrigerator constituted as mentioned above. That is, the tube-like fluid channel 23 is formed in the 2nd displacer 19, and the inside is filled up with the spherical or granular cold reserving material 24. The place and center section of the rate of flow which measured the velocity distribution of the flow of gaseous helium in the channel where it filled up with the ball or the grain were the latest, and it was observed that the rate of flow becomes quick, so that it went outside at the circumferencial direction. It is in the state which must carry out gaseous helium and heat exchange with a cold reserving material of a certain portion superfluous to this meaning that much gaseous helium is flowing only into a certain portion in the cold reserving material 24, and gaseous helium and the cold reserving material 24 performing heat exchange.

It is shown that the cold reserving material 24 is not used effectively.

Therefore, reduction of cool storage efficiency (heat exchanging efficiency as regenerator) here will be caused, and it will lead to reduction of the refrigerating capacity in a certain temperature as a result.

#### (Object of the Invention)

Like \*\*\*\*, in the regenerator in which the granular or spherical cold reserving material was accommodated, since a bias arose with a gaseous helium flow, a cold reserving material could not be used effectively, but cool storage efficiency fell owing to this, and there was a problem that refrigerating capacity was low, in the conventional cryogenic refrigerator.

Then, it aims at providing the cryogenic refrigerator where can carry out the homogeneity of this invention and it can have a flow of gaseous helium in a cold reserving material and which can raise refrigerating capacity.

#### [Elements of the Invention]

##### (The means for solving a technical problem)

To achieve the above objects, a cylinder closed in this invention and a displacer which has the refrigerant-gas passage which accommodated a cold reserving material inside while being slidably arranged in this cylinder, A means for making this displacer reciprocate, and a feed port and an outlet of a refrigerant gas which were provided in the end side of said cylinder, In a cryogenic refrigerator provided with a refrigerant-gas guiding-and-ejection means for repeating a process made to discharge from said outlet after making it relate to reciprocation of said displacer and introducing a high-pressure refrigerant gas in said cylinder from said feed port, It is characterized by constituting inside of said refrigerant-gas passage from a flow direction of said refrigerant gas, and two or more channels mostly formed along a uniform direction.

It is characterized by constituting a channel of front plurality in concentric circle shape mostly.

It is characterized by said displacer's having received radially, and said two or more channels' having comprised a channel of the inside and the outside, and having arranged a cold reserving material with small particle diameter to outer passages as compared with an inside channel.

It is characterized by having arranged a cold reserving material with small particle diameter by a radial direction of a channel of said concentric circle shape as the outside.

A closed cylinder and a displacer which has the refrigerant-gas passage which accommodated a cold reserving material inside while being slidably arranged in this cylinder, A means for making this displacer reciprocate, and a feed port and an outlet of a refrigerant gas which were provided in the end side of said cylinder, In a cryogenic refrigerator provided with a refrigerant-gas guiding-and-ejection means for repeating a process made to discharge from said outlet after making it relate to reciprocation of said displacer and introducing a high-pressure refrigerant gas in said cylinder from said feed port, It is characterized by laminating a member for said displacer to make the rate of flow of this granular cold reserving material and said refrigerant gas equalize mostly radially by turns using a cold reserving material granular as said cold reserving material. It is characterized by constituting said member from a mesh or glass wool.

##### (OPERATION)

Since the channel of gaseous helium and the shape of the cold reserving material have become like said relation, the bias of the flow of gaseous helium in a cold reserving material decreases substantially. Therefore, improvement in refrigerating capacity is realizable.

##### (EXAMPLE)

Hereafter, the 1st example is described, referring to drawings.

The cryogenic refrigerator concerning one example of this invention is shown in Drawing 1.

Drawing 11 and identical parts are shown by identical codes in this figure. Therefore, explanation of the overlapping portion is omitted.

The point that the cryogenic refrigerator concerning this example differs from the conventional cryogenic refrigerator is formed in the 2nd displacer 19.

It is in the composition of the fluid channel 41 of the gaseous helium in which the cold reserving material is accommodated.



In the fluid channel 41, the pipe 42 is formed at the flow and concentric circle shape of gaseous helium.

The channel of gaseous helium is divided into the inside 43 and the outside 44 of the pipe 42. Furthermore, in the fluid channel 43, the spherical cold reserving material 45 0.4 mm in diameter is accommodated, and the spherical cold reserving material 46 0.2 mm in diameter is accommodated in the fluid channel 44.

Since the channel of gaseous helium is divided into the flow direction and the uniform direction by two as it is such composition, and the cold reserving material 45 with a big diameter is accommodated in the inside method of fluid channel 43, The quantity of the gaseous helium which pressure loss becomes small, has and flows through the inside fluid channel 43 can decrease the bias of the flow of gaseous helium substantially compared with increase and the former. Therefore, the cool storage efficiency by the cold reserving materials 45 and 46 can be raised, and improvement in refrigerating capacity can be aimed at.

The measurement result of the velocity distribution within the cold reserving material of gaseous helium in the fluid channel of this invention shown in the fluid channel and Drawing 2 of the former shown in Drawing 12 is shown in Drawing 3. This is the result of also making equal quantity and construction material of the outer diameter and cold reserving material of a fluid channel, and measuring it by ordinary temperature and a state of rest. Although it differs from a actual service condition (very low temperature, reciprocation), it turns out that the velocity distribution of gaseous helium is approaching uniformly. It is thought that this tendency is reflected also on a service condition. The freezing curve of the cryogenic refrigerator concerning this invention incorporating the fluid channel 41 shown in the cryogenic refrigerator and Drawing 2 of the former incorporating the fluid channel shown in Drawing 12 is shown in Drawing 4. A horizontal axis shows the temperature (K) of the 2nd stage 17, and the vertical axis shows the heat load (W) added to the 2nd stage 17. As shown in this figure, the cryogenic refrigerator of this invention of the capability which can be frozen at the same temperature is larger. Therefore, it is understood by having established the fluid channel 41 of the above-mentioned composition that refrigerating capacity may be raised. In this example, although the fluid channel was divided into concentric circle shape by two channels, plural [ two or more ] may be sufficient as it. Although the 2nd example is shown in Drawing 5, in the fluid channel 41, the pipe 42 is formed the flow and the shape of the same axle of gaseous helium.

The size in particular of the particle diameter of the cold reserving material 24 is not changed only by the channel of gaseous helium being divided into the inside 43 and the outside 44 of the pipe 42.

Even if it is such composition, the channel of gaseous helium is divided into the flow direction and the uniform direction by two, and can decrease the bias of the flow of gaseous helium substantially compared with the former. Therefore, the cold reserving material 24 can raise cool storage efficiency, and improvement in refrigerating capacity can be aimed at.

The measurement result of the velocity distribution within the cold reserving material of gaseous helium in the fluid channel of this invention shown in the fluid channel and Drawing 6 of the former shown in Drawing 12 is shown in Drawing 7. This is the result of also making equal the outer diameter of a fluid channel, and the quantity, the shape, the size and construction material of a cold reserving material, and measuring them by ordinary temperature and a state of rest. Although it differs from a actual service condition (very low temperature, reciprocation), it turns out that the velocity distribution of gaseous helium is approaching uniformly. It is thought that this tendency is reflected also on a service condition. In this example, although the fluid channel was divided into concentric circle shape by two channels, plural [ two or more ] may be sufficient as it. It may not be concentric circle shape and shape is not restricted to a tube, either.

Next, the 3rd example is described.

The cryogenic refrigerator concerning the 3rd example of this invention is shown in Drawing 8. The point that the cryogenic refrigerator concerning this example differs from the cryogenic refrigerator concerning the 1st example is formed in the 2nd displacer 19. It is in the composition of the fluid channel 41 of the gaseous helium in which the cold reserving material 24 is accommodated.

As shown in Drawing 9, in the fluid channel 41, the spherical cold reserving material 24 and the mesh 47 are accommodated.

The cold reserving material 24 and the mesh 47 are laminated by turns by the flow of gaseous helium in rectangular directions.

Since the channel of gaseous helium is equalized by the portion of a mesh as it is such composition, compared with the former, the bias of the flow of gaseous helium can be decreased substantially. Therefore, the cool storage efficiency by the cold reserving material 24 can be raised, and improvement in refrigerating capacity can be aimed at.

The measurement result of the velocity distribution within the cold reserving material of gaseous helium in the fluid channel of this invention shown in the fluid channel and Drawing 9 of the former shown in Drawing 12 is shown in Drawing 10. This is the result of also making equal the quantity, the shape, the size, and construction material of the outer diameter and cold reserving material of a fluid channel, and measuring it by ordinary temperature and a state of rest. Although it differs from a actual service condition (very low temperature, reciprocation), it turns out that the velocity distribution of gaseous helium is approaching uniformly. Although this tendency used a mesh for the spacer in this example considered to be reflected also on a service condition, glass wool etc. may be sufficient as it.

Although three examples mentioned above constitute only the fluid channel in which the cold reserving material in the 2nd displacer is accommodated from the fluid channel shown in Drawing 2nd [ the ], 6, and 9, the inside of the fluid channel established in the 1st displacer may also consist of fluid channels shown in Drawing 2nd [ the ], 6, and 9. Also in the cryogenic refrigerator of composition so that it may have the 3rd and 4th displacer, it is applicable. It is good also as composition of the fluid channel of this invention which mentioned above the shape of the fluid channel where the regenerator which accommodates a displacer and a cold reserving material accommodated a cold reserving material also in the cryogenic refrigerator of the mold which is not united like this example. This example described the typical freezer of the Gifford McMahon type in the cryogenic refrigerator, and it is applied also to the cryogenic refrigerator of the advanced Solvay cycle, a Stirling cycle, and a BIRUMIYA cycle.

[Effect of the Invention]

As stated above, in this invention, the bias of the flow of gaseous helium within a cold reserving material can be decreased substantially.

Therefore, improvement in cool storage efficiency can be realized and refrigerating capacity can be raised.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

Drawing 1, Drawing 5, the lineblock diagram that Drawing 8 carries out notching of the cryogenic refrigerator concerning the example of this invention locally, and is shown, Drawing 2, Drawing 6, the sectional view of the 2nd displacer with which Drawing 9 was built into the like-pole low-temperature freezer, The figure showing the characteristic of the cryogenic refrigerator which Drawing 3, Drawing 4, Drawing 7, and Drawing 10 require for this invention as compared with it of the conventional cryogenic refrigerator, the outline lineblock diagram of the cryogenic refrigerator of the former [ Drawing / 11 ], and Drawing 12 are sectional views of the 2nd displacer built into the like-pole low-temperature freezer.

1 .... A cold head, 2 .... A refrigerant-gas guiding-and-ejection system, 11 .... Cylinder, 12 .... A displacer, 13 .... A motor, 14 .... The 1st cylinder, 15 .... The 2nd cylinder, 16 .... The 1st stage, 17 .... The 2nd stage, 18 [ .... A cold reserving material, 27 / .... A circular sulcus, 39 / .... The 1st expansion chamber, 40 / .... The 2nd expansion chamber, 41, 43, 44 / .... A fluid channel, 42 / .... A pipe, 47 / .... Mesh. ] .... The 1st displacer, 19 .... The 2nd displacer, 21, 23 .... A fluid channel, 22, 24, 45, 46

---

[Translation done.]